

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-332808

(P2000-332808A)

(43) 公開日 平成12年11月30日 (2000. 11. 30)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

H 0 4 L 12/44

H 0 4 L 11/00

3 4 0

5 K 0 0 2

H 0 4 B 10/20

H 0 4 B 9/00

N

5 K 0 3 0

H 0 4 L 12/28

H 0 4 L 11/20

G

5 K 0 3 3

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願平11-141107

(22) 出願日

平成11年5月21日 (1999. 5. 21)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72) 発明者 土方 俊幸

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 入江 俊夫

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100078330

弁理士 笹島 富二雄

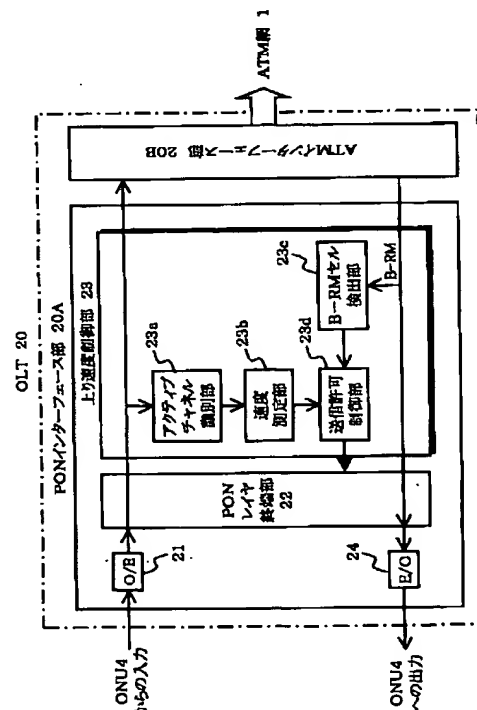
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ATM-PONにおける上り送信速度制御方法および通信システム

(57) 【要約】

【課題】 ベストエフォート型の通信チャネルの実際の送信状態に応じて、PON上の上り送信速度を動的に割り当てることで帯域を有効利用するATM-PONにおける上り送信速度制御方法および通信システムを提供する。

【解決手段】 ATM-PONシステムを構成するOLT 20において、加入者側の各ONU 4から送られてくる上りデータセルの受信状況を基に、各通信チャネルのアクティブ/非アクティブ状態を識別するとともに、ATM網1から送られてくる下りデータセルからB-RMセルを抽出してATM網1の輻輳状態を認識し、これらの情報等を基にサービスカテゴリに応じた各通信チャネルに対するPON上の上り送信速度を割り当てるようにする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ATM 網に接続された局側装置と、加入者端末が接続され前記局側装置との間でセル情報を転送する複数の加入者側装置とを有し、加入者が利用できる通信速度を前記 ATM 網が混雑したときには保証しないベストエフォート型の複数の通信チャンネルを収容する PON システムにおける、前記複数の加入者側装置から前記局側装置に送信される上りセル情報の送信速度制御方法であって、

前記局側装置が、前記各加入者側装置からの上りセル情報の受信状況に基づいて、前記各通信チャンネルがアクティブ状態であるか否かを識別する過程と、

前記局側装置が、前記 ATM 網からの下りセル情報に含まれるリソース管理セルを抽出する過程と、

前記識別した各通信チャンネルのアクティブ／非アクティブ状態、前記抽出したリソース管理セルによって示される ATM 網の輻輳状態および PON 上の最大送信速度を基に、前記局側装置が前記各通信チャンネルに対して PON 上の上り送信速度をそれぞれ割り当てる過程と、

該割り当てた上り送信速度に従って、前記局側装置が前記各加入者側装置に送る上り送信許可信号を制御する過程と、

前記局側装置からの上り送信許可信号に従って、前記各加入者側装置が前記加入者端末からの上りセル情報を前記局側装置に向けて送信する過程と、

を含んでなることを特徴とする ATM-PON における上り送信速度制御方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の上り送信速度制御方法において、

前記上り送信速度を割り当てる過程は、サービス・カテゴリがアベイラブル・ビット・レートであってアクティブ状態にある通信チャンネルに対して、抽出されたリソース管理セルによって示される ATM 網の輻輳状態に応じて算出した送信速度を PON 上の上り送信速度に割り当てた後に、

サービス・カテゴリが保証フレーム・レートおよび未指定ビット・レートであってアクティブ状態にある通信チャンネルに対して、PON 上の残りの上り送信速度を、当該通信チャンネルの数に応じてそれぞれ割り当てることを特徴とする ATM-PON における上り送信速度制御方法。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の上り送信速度制御方法において、

アクティブ状態にあると識別された、保証フレーム・レートおよび未指定ビット・レートの各通信チャンネルについて、前記局側装置が PON 上の上り送信速度として割り当てた速度に対する実際の送信速度の比率をそれぞれ測定する過程と、

該測定した比率が所定の値より低いとき、当該通信チャンネルに割り当てていた上り送信速度を減らし、該減少分

に相当する速度を前記測定した比率が所定の割合より高い通信チャンネルに割り当てる過程と、を含むことを特徴とする ATM-PON における上り送信速度制御方法。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の上り送信速度制御方法において、

アクティブ状態にあると識別された、保証フレーム・レートおよび未指定ビット・レートの各通信チャンネルに対して、前記局側装置が、前記加入者側装置からの上りセル情報にリソース管理セルを挿入し ATM 網に送出する過程を含み、

前記上り送信速度を割り当てる過程は、アクティブ状態にある、アベイラブル・ビット・レート、保証フレーム・レートおよび未指定ビット・レートの各通信チャンネルに対して、抽出されたリソース管理セルによって示される ATM 網の輻輳状態に応じて算出した送信速度を PON 上の上り送信速度にそれぞれ割り当てることを特徴とする ATM-PON における上り送信速度制御方法。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の上り送信速度制御方法において、

前記上り送信速度を割り当てる過程は、アベイラブル・ビット・レートの通信チャンネルに対する PON 上の上り送信速度を優先的に割り当てることを特徴とする ATM-PON における上り送信速度制御方法。

【請求項 6】 請求項 1～5 のいずれか 1 つに記載の上り送信速度制御方法において、

前記上り送信速度を割り当てる過程は、非アクティブ状態にある通信チャンネルに対して、該通信チャンネルのサービス・カテゴリに対応させて予め設定した PON 上の上り送信速度を割り当てた後に、アクティブ状態にある通信チャンネルに対する上り送信速度を割り当てることを特徴とする ATM-PON における上り送信速度制御方法。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の上り送信速度制御方法において、

前記上り送信速度を割り当てる過程は、非アクティブ状態にあるアベイラブル・ビット・レートの通信チャンネルに対して、予め設定した初期セル・レートを PON 上の上り送信速度として割り当て、非アクティブ状態にある保証フレーム・レートの通信チャンネルに対して、予め設定した最小セル・レートを PON 上の上り送信速度として割り当て、非アクティブ状態にある未指定ビット・レートの通信チャンネルに対して、予め設定した略零の速度を PON 上の上り送信速度として割り当てることを特徴とする ATM-PON における上り送信速度制御方法。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の上り送信速度制御方法において、

前記上り送信速度を割り当てる過程は、通信チャンネルが非アクティブ状態からアクティブ状態に遷移したとき、当該通信チャンネルが保証フレーム・レー

10

20

30

40

50

3

トであれば、予め設定したピーク・セル・レート以下で最小セル・レート以上の範囲内にあるPON上で許容される上り送信速度を割り当て、当該通信チャネルが未指定ビット・レートであれば、予め設定したピーク・セル・レート以下の範囲内にあるPON上で許容される上り送信速度を割り当てて、これを特徴とするATM-PONにおける上り送信速度制御方法。

【請求項9】請求項1～8のいずれか1つに記載の上り送信速度制御方法において、前記各加入者側装置は、前記局側装置からの上り送信許可信号に従って上り送信速度を増加させるとき、前記加入者端末の上り送信速度が変更されるタイミングに対して、所定の時間だけ早めたタイミングで上り送信速度を変更することを特徴とするATM-PONにおける上り送信速度制御方法。

【請求項10】請求項1～9のいずれか1つに記載の上り送信速度制御方法において、前記各加入者側装置は、前記局側装置からの上り送信許可信号に従って上り送信速度を減少させるとき、前記加入者端末の上り送信速度が変更されるタイミングに対して、所定の時間だけ遅れたタイミングで上り送信速度を変更することを特徴とするATM-PONにおける上り送信速度制御方法。

【請求項11】請求項1～10のいずれか1つに記載の上り送信速度制御方法において、前記各加入者側装置は、サービス・カテゴリの異なる複数の通信チャネルを収容するとき、前記加入者端末から送られてくる上りセル情報を、前記サービス・カテゴリの優先順位に対応した複数のバッファに振り分けて書き込み、前記局側装置からの上り送信許可信号に従って、優先順位の高いバッファに書き込まれた上りセル情報から順に前記局側装置に向けて送信することを特徴とするATM-PONにおける上り送信速度制御方法。

【請求項12】ATM網に接続された局側装置と、加入者端末が接続され前記局側装置との間でセル情報を転送する複数の加入者側装置とを有し、加入者が利用できる通信速度を前記ATM網が混雑したときには保証しないベストエフォート型の複数の通信チャネルを収容するパッシブ光ネットワークシステムにおいて、

前記局側装置が、前記各加入者側装置からの上りセル情報の受信状況に基づいて、前記各通信チャネルがアクティブ状態であるか否かを識別するアクティブ状態識別手段と、前記ATM網からの下りセル情報に含まれるリソース管理セルを抽出するリソース管理セル抽出手段と、前記アクティブ状態識別手段で識別した各通信チャネルのアクティブ／非アクティブ状態、前記リソース管理セル抽出手段で抽出したリソース管理セルによって示されるATM網の輻輳状態およびPON上の最大送信速度を基に、前記各通信チャネルに対してPON上の上り送信

4

速度をそれぞれ割り当てる送信速度制御手段と、該送信速度制御手段で割り当てられた上り送信速度に従って、前記各加入者側装置に送る上り送信許可信号を生成する送信許可信号生成手段と、備え、

前記各加入者側装置が、前記送信許可信号制御手段からの上り送信許可信号に従って、前記加入者端末からの上りセル情報を前記局側装置に向けて送信する上り送信手段を備えて構成されたことを特徴とするATM-PON方式の通信システム。

10 【請求項13】請求項12に記載の通信システムにおいて、

前記局側装置は、前記アクティブ状態識別手段でアクティブ状態にあると識別された通信チャネルの実際の上り送信速度を測定する速度測定手段を備え、前記送信速度制御手段が、前記速度測定手段で測定された実際の送信速度に応じて、各通信チャネルに割り当てていたPON上の上り送信速度を調整することを特徴とするATM-PON方式の通信システム。

20 【請求項14】請求項12に記載の通信システムにおいて、

前記局側装置は、前記アクティブ状態識別手段でアクティブ状態にあると識別された、保証フレーム・レートおよび未指定ビット・レートの各通信チャネルに対して、前記加入者側装置からの上りセル情報にリソース管理セルを挿入しATM網に送出するリソース管理セル生成手段を備えたことを特徴とするATM-PON方式の通信システム。

30 【請求項15】請求項12～14のいずれか1つに記載の通信システムにおいて、

前記各加入者側装置の上り送信手段が、サービス・カテゴリの異なる複数の通信チャネルを収容するとき、前記サービス・カテゴリの優先順位に対応した複数のバッファと、前記加入者端末から送られてくる上りセル情報を、前記サービス・カテゴリに応じて前記各バッファに書き込むバッファ振分部と、前記局側装置からの上り送信許可信号に従って、優先順位の高いバッファに書き込まれた上りセル情報から順に前記局側装置に向けて送信するバッファ選択部と、を備えたことを特徴とするATM-PON方式の通信システム。

40 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光加入者線を複数の加入者で共有するアクセスネットワークでの非同期転送モード(Asynchronous Transfer Mode; ATM)セル通信を制御する技術に関し、特に、局側装置と複数の加入者側装置を備えて構成されるパッシブ光ネットワーク(Passive Optical Network; PON)システムにおいて、加入者が利用できる通信速度をネットワークが混雑したときに保証しないベストエフォート型のサービスを提供する場合の加入者側装置から局側装置への上り送信

速度制御方法および通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】図8は、ATM網に接続する一般的なPONシステムの構成を示すブロック図である。

【0003】図8に示すPONシステムは、1本の光ファイバを光スプリッタ等で分岐した光加入者線を複数の加入者で共有するアクセスネットワークであって、その基本構成は、ATM網1に接続する1つの局側装置（Optical Line Termination; OLT）2と、該OLT2に光スプリッタ3を介して接続する複数の加入者側装置（Optical Network Unit; ONU）4とを有する。OLT2は、1つのPONインタフェースで複数のONUを収容し、各ONU4は、1台または複数台のユーザ端末5を収容する。

【0004】上記のようなPONシステムにおいて、OLT2から各ONU4への下り方向のデータは、時分割多重して同報分配され、各々のONU4で自分宛ての情報が取り出される。一方、各ONU4からOLT2への上り方向のデータについては、各ONU4から送信され

るセルの衝突を回避するため、OLT2から各ONU4にPLOAM（Physical Layer Operation, Administration, and Maintenance）セルを送信し、各ONU4はPLOAMセルに含まれる送信許可情報により指定された上りフレームのいずれかのタイミングでセルを送信する。PONシステム上の各ONU4の上り送信速度は、OLT2から各ONU4に送信されるPLOAMセルに含まれる送信許可情報の送信周期により決まるものである。

10 【0005】図9は、図8のPONシステムで伝送されるデータのフレームフォーマットを示す図である。図9に示すように、下りフレームは2個のPLOAMセルを有する。1番目のPLOAMセルは上りフレームの1～27番目のセルの送信許可情報を含み、2番目のPLOAMセルは上りフレームの28～53番目のセルの送信許可情報を含んでいる。各PLOAMセルのペイロードは、次の表1に示すような内容となる。

【0006】

【表1】

1	IDENT	25	GRANT20
2	SYNC1	26	GRANT21
3	SYNC2	27	CRC
4	GRANT1	28	GRANT22
5	GRANT2	29	GRANT23
6	GRANT3	30	GRANT24
7	GRANT4	31	GRANT25
8	GRANT5	32	GRANT26
9	GRANT6	33	GRANT27
10	GRANT7	34	CRC
11	CRC	35	MESSAGE_PON_ID
12	GRANT8	36	MESSAGE_ID
13	GRANT9	37	MESSAGE_FIELD1
14	GRANT10	38	MESSAGE_FIELD2
15	GRANT11	39	MESSAGE_FIELD3
16	GRANT12	40	MESSAGE_FIELD4
17	GRANT13	41	MESSAGE_FIELD5
18	GRANT14	42	MESSAGE_FIELD6
19	CRC	43	MESSAGE_FIELD7
20	GRANT15	44	MESSAGE_FIELD8
21	GRANT16	45	MESSAGE_FIELD9
22	GRANT17	46	MESSAGE_FIELD10
23	GRANT18	47	CRC
24	GRANT19	48	BIP

【0007】表1の各GRANT n （ $n=1\sim 27$ ）は、上りフレームの n 番目のセルに対応する送信許可情報である（ただし2番目のPLOAMセルのGRANT27はONUの送信を要求しないアイドルGRANTである）。各ONU4の上り送信速度は、サービス・カテゴリおよびチャネルのアクティブ／非アクティブによらず、各通信チャネルのピーク・セル・レート（Peak Cell Rate; PCR）に基づき、固定の速度が割り当てられている。

【0008】また、上りフレームの各セルのオーバーヘッドは、各ONU4からの送出変動による伝送路上での衝突を防ぐためのガードタイム領域Gと、上り方向のクロックを供給する領域PRと、ATMセルの先頭を検出するための領域DLと、から構成される。

【0009】上記のようなATM-PON方式の通信システムにおいては、PON上の各通信チャネルに対して固定的に帯域（上り送信速度）を割り当てているため、

50 実際に使用している以上にPON上の帯域を割り当てて

いる場合があり無駄が生じることがあった。そこで、帯域の割り当てを効率的に行うようにした従来技術として、例えば、特開平 10-224368 号公報や、特開平 10-145386 号公報等で公知のものがある。

【0010】前者の公報に記載された「パッシブダブルスター網における ATM セル通信方法」では、主装置（OLT 2 に相当）が、従装置（ONU 4 に相当）との間で制御スロットの交換を行って従装置の起動状態を判断し、従装置の起動中には、該当する従装置に対して一定の上り通信帯域を割り当て、従装置の電源が切れている場合には、その従装置に割り当てていた帯域を他の従装置に收容されている可変容量 ATM サービスに割り当てることにより、効率的な帯域の割り当て制御が実現される。

【0011】後者の公報に記載された「ATM 集線装置におけるコネクション設定方法」では、ATM 集線装置と ATM 交換機の間加入者からのデータが流れる共通のパスを設定しておき、ATM 交換機が、ATM 集線装置に收容する加入者からの発呼を受信すると、共通のパスにおいて使用できる帯域を ATM 集線装置に通知することによって、コネクションの設定処理が簡易化される。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような従来の技術には次のような問題点がある。すなわち、特開平 10-224368 号公報に記載された方法では、電源の切れた従装置に割り当てていた帯域が、振り分け対象となる可変容量 ATM サービスのバーチャル・パス（VP）のトラフィック量（データの有無、帯域）に拘わらずに振り分けられる。つまり、トラフィック量の少ない可変容量 ATM サービス VP に対しても、トラフィック量の多い可変容量 ATM サービス VP に対しても同じように帯域を振り分けていることになり、効率的な帯域の割り当てが十分には実現されない可能性があった。また、特開平 10-145386 号公報に記載された方法では、ATM 網の輻輳等によっては、ATM 集線装置と ATM 交換機の間設定された帯域ほど実際のトラフィック量がない状況が発生し、設定帯域と実際のトラフィック量の差分が無駄になってしまうおそれがあった。

【0013】ところで、ATM 通信方式においては、ユーザーが利用できる通信速度をネットワークが混雑したときに保証しないベストエフォート型のサービスがあり、そのサービス・カテゴリとして、例えば、アベイラブル・ビット・レート（Available Bit Rate；ABR）サービス、未指定ビット・レート（Unspecified Bit Rate；UBR）サービスおよび保証フレーム・レート（Guaranteed Frame Rate；GFR）サービスなどが知られている。

【0014】ABR サービスは、ATM 網が網の輻輳状

態に応じてフロー制御を行い、最小セル・レート（Minimum Cell Rate；MCR）とピーク・セル・レート（Peak Cell Rate；PCR）の範囲で網資源に空きがあればユーザ端末に大きな帯域を割り当てて、かつ、その割り当て送信帯域をユーザ端末に通知し、ATM 網で輻輳が発生すれば送信元のユーザ端末に対して送信規制をかけるサービスである。UBR サービスは、帯域保証はないが網資源に空きがあれば PCR までの速度でデータを送信可能なサービスである。GFR サービスは、MCR を保証し網資源に空きがあれば PCR までの速度でデータを送信可能なサービスである。

【0015】これらベストエフォート型サービスは、ATM 網が空いている状況では最大で PCR まで送信速度を上げることができるが、ATM 網に輻輳が生じれば、ABR チャネルの送信端末は、そのフロー制御に従い最小で MCR まで速度が下がり、GFR チャネルの送信端末は最小で MCR まで速度が下がり、UBR チャネルの送信端は最小で 0 まで速度が下がることになる。

【0016】しかしながら、ベストエフォート型サービスであっても、PON 上においては、ATM 網および送信／受信端末等の通信状況による送信速度の変化、並びに、通信チャネルのアクティブ／非アクティブの変化などに関係なく、各チャネルに対して各々の PCR 以上の値が固定的に上り送信速度に割り当てられる。このため、PON 上の各通信チャネルに対して、実際の送信速度よりも大きい送信速度を割り当て、さらに、データセルが流れていない通信チャネルに無駄な送信速度を割り当てていることになる。

【0017】ここで、ABR チャネルのフロー制御について具体的に説明する。図 10 は、ABR チャネルの送信速度の変動を例示した図である。図 10 に示すように、ABR チャネルの送信端末は、縦軸に示す許容送信速度としての実行セル・レート（Allowed Cell Rate；ACR）で送信を行う。すなわち、送信開始時には、ACR の初期値である初期セル・レート（Initial Cell Rate；ICR）で送信を行う。そして、送信端末が、ATM 網を経由して逆方向リソース管理（Backward-Resource Management；BRM）セルを受信すると、その BRM セルに含まれる輻輳指示子としての CI（Congestion Indication）および送信速度の増加なしを示す NI（No Increase）が共に 0 である場合には、PCR にレート増加率（Rate Increase Factor；RIF）を乗算した値を、現在の ACR に加算して新たな ACR' の計算する（ $ACR' = ACR + PCR \times RIF$ ）。この ACR' が、受信した BRM セルに含まれる明示レート（Explicit Rate；ER）よりも小さいときは、その ACR' でデータを送信することができ、ER よりも大きいときには、 $ACR = ER$ としてデータを送信することができる。

【0018】また、受信した BRM セルの CI が 1 で

ある場合には、ACRにレート減少率(Rate Decrease Factor; RDF)を乗算した値を、現在のACRから減算して新たなACR'の計算する($ACR' = ACR - ACR \times RDF$)。このACR'が、B-RMセルのERよりも小さいときは、そのACR'でデータを送信することができ、ERよりも大きいときには、 $ACR = ER$ として送信することができる。さらに、受信したB-RMセルのNIが1である場合には、現在のACRを維持して送信することができる。

【0019】このようなフロー制御に従ってABRチャネルの送信速度が変化するため、PON上の上り送信速度をPCRで固定的に割り当てた場合、図10の斜線部分に示したような未使用帯域が生じてしまうという欠点がある。

【0020】本発明は上記の点に着目してなされたもので、ベストエフォート型の通信チャネルの実際の送信状態に応じて、PON上の上り送信速度を動的に割り当てることで帯域を有効利用することが可能なATM-PONにおける上り送信速度制御方法および通信システムを提供することを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明のATM-PONにおける上り送信速度制御方法は、ATM網に接続された局側装置(OLT)と、加入者端末が接続され前記局側装置との間でセル情報を転送する複数の加入者側装置(ONU)とを有し、加入者が利用できる通信速度を前記ATM網が混雑したときには保証しないベストエフォート型の複数の通信チャネルを収容するPONシステムにおける、前記複数の加入者側装置から前記局側装置に送信される上りセル情報の送信速度制御方法であって、前記局側装置が、前記各加入者側装置からの上りセル情報の受信状況に基づいて、前記各通信チャネルがアクティブ状態であるか否かを識別する過程と、前記局側装置が、前記ATM網からの下りセル情報に含まれるリソース管理(RM)セルを抽出する過程と、前記識別した各通信チャネルのアクティブ/非アクティブ状態、前記抽出したリソース管理セルによって示されるATM網の輻輳状態およびPON上の最大送信速度を基に、前記局側装置が前記各通信チャネルに対してPON上の上り送信速度をそれぞれ割り当てる過程と、該割り当てた上り送信速度に従って、前記局側装置が前記各加入者側装置に送る上り送信許可信号を制御する過程と、前記局側装置からの上り送信許可信号に従って、前記各加入者側装置が前記加入者端末からの上りセル情報を前記局側装置に向けて送信する過程と、を含んでなる方法である。

【0022】かかる方法によれば、局側装置において、PON上における各通信チャネルの実際の使用状況が識別されるとともに、リソース管理セルの抽出によってATM網の輻輳状態が認識され、これらの情報およびPO

N上の最大送信速度(帯域)に基づいて、各通信チャネルに対するPON上の上り送信速度が割り当てられ、各加入者側装置の上り送信速度が制御される。これにより、ネットワークの実際の通信状態に応じて、PON上の帯域を有効に利用することができ、ベストエフォート型の通信チャネルを効率良く柔軟に収容することができるようになる。

【0023】また、前記上り送信速度を割り当てる過程は、サービス・カテゴリがアベイラブル・ビット・レート(ABR)であってアクティブ状態にある通信チャネルに対して、抽出されたリソース管理セルによって示されるATM網の輻輳状態に応じて算出した送信速度をPON上の上り送信速度に割り当てた後に、サービス・カテゴリが保証フレーム・レート(GFR)および未指定ビット・レート(UBR)であってアクティブ状態にある通信チャネルに対して、PON上の残りの上り送信速度を、当該通信チャネルの数に応じてそれぞれ割り当てるようにしてもよい。

【0024】かかる方法では、アベイラブル・ビット・レートの通信チャネルに対してリソース管理セルの情報に従ったフロー制御が行われ、保証フレーム・レートおよび未指定ビット・レートの各通信チャネルに対しては、実際の上り送信状況に応じてPON上の上り送信速度が割り当てられるようになる。これにより、アクティブ状態にある各通信チャネルの上り送信速度を高めることができ、非アクティブ状態の通信チャネルに無駄な送信速度を割り当てるようなことを防ぐことが可能となる。

【0025】さらに、上記の方法は、アクティブ状態にあると識別された、保証フレーム・レートおよび未指定ビット・レートの各通信チャネルについて、前記局側装置がPON上の上り送信速度として割り当てた速度に対する実際の送信速度の比率をそれぞれ測定する過程と、該測定した比率が所定の値より低いとき、当該通信チャネルに割り当てていた上り送信速度を減らし、該減少分に相当する速度を前記測定した比率が所定の割合より高い通信チャネルに割り当てる過程と、を含むようにしてもよい。

【0026】かかる方法によれば、保証フレーム・レートおよび未指定ビット・レートの各通信チャネルについて、実際の上り送信速度に応じた制御が可能になり、PON上の帯域をより有効に利用することができるようになる。

【0027】また、前述の方法については、アクティブ状態にあると識別された、保証フレーム・レートおよび未指定ビット・レートの各通信チャネルに対して、前記局側装置が、前記加入者側装置からの上りセル情報にリソース管理セルを挿入しATM網に送出する過程を含み、前記上り送信速度を割り当てる過程は、アクティブ状態にある、アベイラブル・ビット・レート、保証フレ

ーム・レートおよび未指定ビット・レートの各通信チャネルに対して、抽出されたリソース管理セルによって示されるATM網の輻輳状態に応じて算出した送信速度をPON上の上り送信速度にそれぞれ割り当てるようにしてもよい。また、前記上り送信速度を割り当てる過程は、アベイラブル・ビット・レートの通信チャネルに対するPON上の上り送信速度を優先的に割り当てるようにするのが好ましい。

【0028】かかる方法によれば、保証フレーム・レートおよび未指定ビット・レートの各通信チャネルに対しても、アベイラブル・ビット・レートの通信チャネルと同様に、リソース管理セルによるフロー制御に従ってPON上の上り送信速度を制御することができるようになる。

【0029】さらに、前述の方法について、上り送信速度を割り当てる過程は、非アクティブ状態にある通信チャネルに対して、該通信チャネルのサービス・カテゴリに対応させて予め設定したPON上の上り送信速度を割り当てた後に、アクティブ状態にある通信チャネルに対する上り送信速度を割り当てるようにしてもよい。

【0030】具体的には、非アクティブ状態にあるアベイラブル・ビット・レートの通信チャネルに対して、予め設定した初期セル・レート（ICR）をPON上の上り送信速度として割り当て、非アクティブ状態にある保証フレーム・レートの通信チャネルに対して、予め設定した最小セル・レート（MCR）をPON上の上り送信速度として割り当て、非アクティブ状態にある未指定ビット・レートの通信チャネルに対して、予め設定した略零の速度をPON上の上り送信速度として割り当てるようにしてもよい。さらに、通信チャネルが非アクティブ状態からアクティブ状態に移ったとき、当該通信チャネルが保証フレーム・レートであれば、予め設定したピーク・セル・レート（PCR）以下で最小セル・レート（MCR）以上の範囲内にあるPON上で許容される上り送信速度を割り当て、当該通信チャネルが未指定ビット・レートであれば、予め設定したピーク・セル・レート（PCR）以下の範囲内にあるPON上で許容される上り送信速度を割り当てるようにしても構わない。

【0031】かかる方法によれば、非アクティブ状態にある通信チャネルに対応する加入者端末がいつでも上りセル情報を送信できるようになる。上述の方法において、前記各加入者側装置は、前記局側装置からの上り送信許可信号に従って上り送信速度を増加させるとき、前記加入者端末の上り送信速度が変更されるタイミングに対して、所定の時間だけ早めたタイミングで上り送信速度を変更するのが好ましく、また、前記局側装置からの上り送信許可信号に従って上り送信速度を減少させるときには、前記加入者端末の上り送信速度が変更されるタイミングに対して、所定の時間だけ遅れたタイミングで上り送信速度を変更するのが好ましい。

【0032】かかる方法によれば、PON上の帯域が確保されていないために、加入者端末から送信されたセル情報が加入者側装置でオーバーフローしてしまうという状況を回避することができる。

【0033】また、上述の方法において、前記各加入者側装置は、サービス・カテゴリの異なる複数の通信チャネルを収容するとき、前記加入者端末から送られてくる上りセル情報を、前記サービス・カテゴリの優先順位に対応した複数のバッファに振り分けて書き込み、前記局側装置からの上り送信許可信号に従って、優先順位の高いバッファに書き込まれた上りセル情報から順に前記局側装置に向けて送信するようにしてもよい。

【0034】かかる方法によれば、加入者側装置から局側装置への上りデータセルの送信を各通信チャネルの優先度に応じて効率的に行うことができるようになる。本発明のATM-PON方式の通信システムは、ATM網に接続された局側装置と、加入者端末が接続され前記局側装置との間でセル情報を転送する複数の加入者側装置とを有し、加入者が利用できる通信速度を前記ATM網が混雑したときには保証しないベストエフォート型の複数の通信チャネルを収容するパッシブ光ネットワークシステムにおいて、前記局側装置が、前記各加入者側装置からの上りセル情報の受信状況に基づいて、前記各通信チャネルがアクティブ状態であるか否かを識別するアクティブ状態識別手段と、前記ATM網からの下りセル情報に含まれるリソース管理セルを抽出するリソース管理セル抽出手段と、前記アクティブ状態識別手段で識別した各通信チャネルのアクティブ／非アクティブ状態、前記リソース管理セル抽出手段で抽出したリソース管理セルによって示されるATM網の輻輳状態およびPON上の最大送信速度を基に、前記各通信チャネルに対してPON上の上り送信速度をそれぞれ割り当てる送信速度制御手段と、該送信速度制御手段で割り当てられた上り送信速度に従って、前記各加入者側装置に送る上り送信許可信号を生成する送信許可信号生成手段と、備え、前記各加入者側装置が、前記送信許可信号制御手段からの上り送信許可信号に従って、前記加入者端末からの上りセル情報を前記局側装置に向けて送信する上り送信手段を備えて構成されるものである。

【0035】また、上記ATM-PON方式の通信システムについては、前記局側装置が、前記アクティブ状態識別手段でアクティブ状態にあると識別された通信チャネルの実際の上り送信速度を測定する速度測定手段を備え、前記送信速度制御手段が、前記速度測定手段で測定された実際の送信速度に応じて、各通信チャネルに割り当てていたPON上の上り送信速度を調整するようにしてもよい。

【0036】あるいは、前記局側装置は、前記アクティブ状態識別手段でアクティブ状態にあると識別された、保証フレーム・レートおよび未指定ビット・レートの各

通信チャネルに対して、前記加入者側装置からの上りセル情報にリソース管理セルを挿入しATM網に送出するリソース管理セル生成手段を備えるようにしてもよい。

【0037】さらに、前記各加入者側装置の上り送信手段については、サービス・カテゴリの異なる複数の通信チャネルを収容するとき、前記サービス・カテゴリの優先順位に対応した複数のバッファと、前記加入者端末から送られてくる上りセル情報を、前記サービス・カテゴリに応じて前記各バッファに書き込むバッファ振分と、前記局側装置からの上り送信許可信号に従って、優先順位の高いバッファに書き込まれた上りセル情報から順に前記局側装置に向けて送信するバッファ選択部と、を備えるようにするのが好ましい。

【0038】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明の第1実施形態による上り送信速度制御方法が適用されたATM-PON方式通信システムに用いられる局側装置(OLT)の構成を示す機能ブロック図である。また、図2は、ATM網に接続するPONシステムの全体構成を示すブロック図である。なお、上述した従来の構成と同様の部分には同一符号が付してある。

【0039】図2に示すPONシステムは、ATM網1に接続する1つの局側装置(Optical Line Termination; OLT)20と、該OLT20に光スプリッタ3を介して接続する複数の加入者側装置(Optical Network Unit; ONU)4とを有する。OLT20は、1本のPONインタフェースで複数のONU4を収容し、各ONU4は、1台または複数台のユーザ(加入者)端末5を収容する。第1実施形態の特徴部分はOLT20の機能構成にあり、その他の部分(ATM網1、光スプリッタ3、ONU4および各ユーザ端末5)は、上述の図8に示した一般的な構成の場合と同様である。

【0040】OLT20は、図1に示すように、各ONU4に接続されるPONインタフェース部20Aと、ATM網1に接続されるATMインタフェース部20Bとを備える。さらに、PONインタフェース部20Aは、受光部(O/E)21、PONレイヤ終端部22、上り速度制御部23および発光部(E/O)24とを有する。

【0041】受光部21は、各ONU4から光スプリッタ3を介して送られてくる上り信号を光から電気に変換してPONレイヤ終端部22に出力する。PONレイヤ終端部22は、受光部21からの信号を上り速度制御部23に伝達するとともに、上り速度制御部23から送られてくる信号に応じてPLOAM(Physical Layer Operation, Administration, and Maintenance)セルを生成し、下り信号に付加して発光部24に伝達する。発光部24は、PONレイヤ終端部22からの信号を電気から光に変換し、光スプリッタ3を介して各ONU4に送

る。なお、ここでは、PONレイヤ終端部22が送信許可信号生成手段として機能する。

【0042】上り速度制御部23は、アクティブ状態識別手段としてアクティブチャネル識別部23aと、速度測定手段としての速度測定部23bと、リソース管理セル抽出手段としてのB-RMセル検出部23cと、送信速度制御手段としての送信許可制御部23dと、を有する。アクティブチャネル識別部23aは、PONレイヤ終端部22からの上り信号について各通信チャネルの受信セルを監視し、所定の観測周期内にデータセルが到着した通信チャネルをアクティブチャネルであると認識する。また、アクティブチャネルと認識してから所定の周期にデータセルを受信しなかったら非アクティブとする。速度測定部23bは、アクティブチャネル識別部23aでアクティブと認識された各通信チャネルについて、所定の時間間隔におけるセル数を監視して、各アクティブチャネルの送信速度を計算する。B-RMセル検出部23cは、ATM網1からATMインタフェース部20Bを介して受信したデータセルからB-RMセルを抽出する。送信許可制御部23dは、前記所定の観測周期ごとに、アクティブチャネル数、各アクティブチャネルの送信速度、各アクティブチャネルのサービスカテゴリ、ABRチャネルに対するB-RMセル情報およびPON上の最大送信速度に基づいて、各通信チャネルに対するPON上の帯域割り当てを演算して、各ONU4の上り送信速度を制御する信号をPONレイヤ終端部22に出力する。

【0043】ATMインタフェース部20Bは、例えば、伝送データの多重/分離機能およびATMコネクションのスイッチング機能などを備えている。このATMインタフェース部20Bは、一般的なOLT2に具備されてきたものと同様のものである。

【0044】次に、上記のような構成のATM-PON方式通信システムの動作について説明する。まず最初に、ABRサービスに対するATM網1のフロー制御方式について簡単に説明する。一般に、ABRサービスに対するATM網1のフロー制御方式としては、明示レート(Explicit Rate; ER)マーキング方式や、明示順方向輻輳指示子(Explicit Forward Congestion Indication; EFCI)マーキング方式などが知られている。

【0045】図3は、ERマーキング方式とした場合のデータセルおよびリソース管理(RM)セルの流れを示す図である。図3に示すように、ERマーキング方式では、ATM網1に配置されるATM交換機等の装置(OLT, SW)が、空き帯域、輻輳状態、差し迫った輻輳などといった網状態に基づいて、着信端末から送信端末に送られる逆方向リソース管理(B-RM)セルに含まれる上述のCI、NIおよびERの各値を、ER制御部において変更することにより、ATM網の状態を送信端末に通知する方式である。なお、図3にはER制御部が

B-RMセルの各値を変更する場合を示したが、送信端末から着信端末に送られる順方向リソース管理（F-RM）セルに含まれるCI等の各値を、ER制御部が変更する場合もある。

【0046】図4は、EFCIマーキング方式とした場合のデータセルおよびRMセルの流れを示す図である。図4に示すように、EFCIマーキング方式では、F-RMセルのCI、NIおよびERの各値を変更できないATM交換機等の装置（OLT、SW）が、輻輳の発生をデータセルにEFCIとして書き込み、これを受信したABRチャネルの着信端末が、B-RMセルのCI値を輻輳を示す「1」に設定して、送信端末に通知する方式である。

【0047】本実施形態のシステムは、ERマーキング方式およびEFCIマーキング方式のいずれにも適用可能であり、PONに接続するOLT20に設けた上り速度制御部23において、ABRチャネルのB-RMセル情報に基づき、各サービス・チャネルのPON上での上り送信速度が制御される。

【0048】以下、本システムにおける上り送信速度の制御方法をOLT20の動作を中心にして具体的に説明する。まず、初期状態においては、OLT20の送信許可制御部23dが、各通信チャネルに対して、アクティブ／非アクティブに関係なく、PON上における上り送信速度を各ONU4に割り当てる。具体的には、ABRチャネルに対しては初期セル・レート（ICR）を割り当て、GFRチャネルに対しては最小セル・レート（MCR）を割り当て、UBRチャネルに対しては零に近い速度を割り当てておく。

【0049】なお、初期状態におけるUBRチャネルに対しては、各通信チャネルの契約時におけるピーク・セル・レート（PCR）の大きさに応じて、所定の係数をPCRにかけた値を送信速度として割り当てておくことも可能である。

【0050】各通信チャネルの送信が開始されると、各ONU4は、上記初期設定された送信速度に従って上りのデータセルをPON上に送信することができ、送信された上りデータセルは、光スプリッタ3を介してOLT20のPONインターフェース部20Aに送られる。このとき、ABRチャネルについては、データセルとともに順方向リソース管理（F-RM）セルも送信される。

【0051】PONインターフェース部20Aでは、各ONU4からの上りデータセルが、受光部21およびPONレイヤ終端部22を介して上り速度制御部23に伝えられる。上り速度制御部23では、上りデータセルの受信状態がアクティブチャネル識別部23aで常時監視される。そして、データセルの受信が検出されると、その通信チャネルがアクティブと識別されて、その結果が速度測定部23bを介して送信許可制御部23dに伝達される。また、アクティブと識別された通信チャネルに

については、速度測定部23bにおいて所定の時間間隔におけるセル数をカウントすることで送信速度が測定され、その結果も送信許可制御部23dに伝達される。

【0052】上り速度制御部23を通過した上りデータセル（ABRチャネルについてはF-RMセルを含む）は、ATMインターフェース部20Bを介してATM網1に送られて着信端末まで伝送され、さらに、上りデータセルの着信に応答した下りのセルが着信端末で生成されて、送信端末に向けて返信される。このようなATM網1における双方向のセル伝送の間に、ABRチャネルに対しては、前述の図3または図4に示したように、ATM網1の輻輳状態に基づいて逆方向リソース管理（B-RM）セルの変更が実施される。

【0053】そして、OLT20まで戻ってきたABRチャネルの下りセルは、ATMインターフェース部20Bを介してPONインターフェース部20Aの上り速度制御部23に送られ、B-RMセル検出部23cにおいてB-RMセルが抽出されて送信許可制御部23dに伝達される。

【0054】送信許可制御部23dでは、B-RMセル検出部23cから送られてくるB-RMセルに示された情報に応じて、ATM網1の輻輳状態を判断し、かつ、速度測定部23bを介して送られてくるアクティブチャネルに関する情報に応じて、OLT20に繋がるPON上での実際の帯域使用状況を判断することによって、PON上の各通信チャネルに対する帯域（送信速度）の割り当てが最適化される。ここでは、アクティブなABRチャネルに対してPON上の帯域を優先的に割り当て、残りの帯域をGFRおよびUBRのアクティブチャネルに割り当てることによって最適化が実現される。

【0055】具体的には、ABRチャネルに対する帯域の割り当てについては、基本的に上述の図10に示した場合と同様に行われる。すなわち、送信許可制御部23dは、B-RMセル検出部23cから送られてくるB-RMセルの内容を参照し、ATM網1における輻輳の発生がなく、送信速度の増加が可能なとき（CI=NI=0）には、ピーク・セル・レート（PCR）にレート増加率（RIF）を掛けた値を、現在の実行セル・レート（ACR）に加えて新たなACR'を計算し（ $ACR' = ACR + PCR \times RIF$ ）、そのACR'と受信したB-RMセルに含まれるER値とを比較して、より小さい値を送信速度としてABRチャネルに割り当てる。また、ATM網1に輻輳が発生しているとき（CI=1）には、ACRにレート減少率（RDF）を掛けた値を、現在のACRから減じて新たなACR'を計算し（ $ACR' = ACR - ACR \times RDF$ ）、そのACR'とB-RMセルのER値とを比較して、より小さい値を送信速度としてABRチャネルに割り当てる。さらに、現状の送信速度を維持するとき（NI=1）には、現在のACRをそのままABRチャネルの送信速度として割

り当てる。

【0056】上記のようにしてABRチャネルに対するPON上の帯域の割り当てが決まった後に、GFRおよびUBRのアクティブチャネルに対する帯域の割り当てが計算される。

【0057】具体的には、アクティブチャネル識別部23aで通信チャネルがアクティブと識別され、そのアクティブチャネルがGFRチャネルまたはUBRチャネルである場合、送信許可制御部23dは、PON上の上り最大送信速度から、非アクティブチャネルに割り当てていた合計速度およびアクティブABRチャネルの合計速度をそれぞれ減じた速度を求め、さらに、その速度をGFRおよびUBRチャネルのアクティブチャネル数で割った速度を計算して、その速度に対応したPON上の帯域をGFRおよびUBRのアクティブチャネルにそれぞれ割り当てる。

【0058】このとき、アクティブGFRチャネルの速度がMCR以下となる場合には、各アクティブGFRチャネルに対してMCRを割り当てるようにする。この場合、UBRチャネルに対しては、PON上の上り最大送信速度から、非アクティブチャネルに割り当てていた合計速度、アクティブABRチャネルの合計速度およびアクティブGFRチャネルのMCRの合計速度をそれぞれ減じた速度を求め、さらに、その速度をアクティブUBRチャネルの数で割った速度を計算して、その速度に対応したPON上の帯域を各アクティブUBRチャネルに割り当てるようにする。

【0059】また、通信チャネルがアクティブと認識された後、GFRチャネルおよびUBRチャネルについては、速度測定部23bでデータセル数が所定の周期毎にカウントされ、各アクティブチャネルの実際の送信速度が計算されて、その結果が送信許可制御部23dに伝えられる。そして、送信許可制御部23dは、PON上で割り当てている送信速度に対する実際の送信速度の割合が所定の割合よりも低い場合に、実際の送信速度に所定の係数を掛けた値を新たな送信速度として該当する通信チャネルに割り当て、この変更による減少分については、PON上で割り当てている送信速度に対する実際の送信速度の割合が所定の割合よりも高い通信チャネルに対して割り当てるものとする。なお、このような状況は、送信端末側またはATM網側に何らかの要因があって送信速度を上げることができないために生じるものである。

【0060】さらに、アクティブチャネル識別部23aでは、アクティブと識別した通信チャネルが非アクティブに転じたか否かが監視される。具体的には、GFRおよびUBRチャネルに対しては、所定の周期の間データセルの受信が無かったときに、該チャネルが非アクティブに転じたと識別され、その結果が送信許可制御部23dに伝えられる。このとき送信許可制御部23dでは、

非アクティブとなった通信チャネルに対して非アクティブ時の送信速度が割り当てられた後に、継続してアクティブであるGFRおよびUBRチャネルに対する送信速度が、上記の場合と同様にして再度割り当てられる。また、ABRチャネルに対しては、最後のセルを受信してからADTF (ACR Decrease Time Factor) 時間が経過する間にデータセルの受信がなかったときに、該チャネルが非アクティブに転じたと識別され、このとき送信許可制御部23dでは、非アクティブとなったABRチャネルに対する割り当て速度がICRに戻された後に、継続してアクティブであるGFRおよびUBRチャネルに対する送信速度が再度割り当てられる。

【0061】上述のようにして、ABR、GFRおよびUBRの各通信チャネルに対するPON上の帯域の割り当てが送信許可制御部23dにより定められると、その結果を示す信号が送信許可制御部23dからPONレイヤ終端部22に出力される。そして、PONレイヤ終端部22では、各通信チャネルに対応する各々のONU4に送るPLOAMセル（上述の表1参照）が生成されて下りフレーム（上述の図9参照）に付加される。このPLOAMセルは、送信許可制御部23dからの信号に従って、各ONU4に対する送信許可情報（GRANT）の送信周期が調整されていて、これにより各ONU4の上り送信速度が制御される。

【0062】PONレイヤ終端部22から出力された下り信号は、発光部24を介してPON上に送出され、光スプリッタ3を通して各ONU4に伝送される。各ONU4は、OLT20からのPLOAMセルに含まれる送信許可情報により指定された上りフレームのいずれかのタイミングで、ユーザ端末5から送られてくるデータセルを送信する。

【0063】なお、OLT20からのPLOAMセルに従って各ONU4が実際に上り送信速度を切り替えるタイミングに対して、ユーザ端末5からONUに送信されるデータの送信速度を切り替えるタイミングは、例えば図5に示すようなパターンに設定するのが望ましい。図5には、例えばABRチャネルのデータを送信するユーザ端末5の実際の送信速度パターンが太線で示しており、また、そのユーザ端末5に接続するONU4が上りデータセルをPON上に実際に送信する送信速度パターンが細線で示してある。具体的には、データセルの送信速度を増加させる場合と減少させる場合とに分けて考えるのが簡便である。

【0064】データセルの送信速度を増加させる場合には、ユーザ端末5が送信速度を増加させるタイミングに対して、ONU4が送信速度を増加させるタイミングが時間 Δt_i だけ早くなるように設定する。一方、データセルの送信速度を減少させる場合には、ユーザ端末5が送信速度を減少させるタイミングに対して、ONU4が送信速度を減少させるタイミングが時間 Δt_d だけ遅く

なるように設定する。なお、時間 Δt_i および Δt_d は、ユーザ端末 5 から ONU 4 までの距離等に応じて適宜に設定される。このように切り替えのタイミングを設定することによって、PON 上の帯域が確保されていないためにユーザ端末 5 から送信されたデータが ONU 4 でオーバーフローしてしまうという状況を回避することができる。

【0065】上述のように第 1 実施形態によれば、OLT 20 に上り速度制御部 23 を設け、上りデータセルの実際の送信状態を監視しながら各通信チャンネルに対する PON 上の帯域を割り当てるようにしたことで、ABR チャンネルに対しては ATM 網 1 のフロー制御による許容送信速度を保証すると同時に、GFR および UBR チャンネルに対しては、そのアクティブ時に実際に送信されているデータセルの送信速度に応じて PON 上の帯域を公平に割り当てることが可能となる。これにより、従来のようにデータセルが流れていないベストエフォート型の通信チャンネルに対して PON 上の帯域が無駄に割り当てられるようなことがなくなる。したがって、PON 上の上り送信速度の利用効率が高く、ベストエフォート型の通信チャンネルを効率的かつ柔軟に收容することが可能な ATM-PON 方式通信システムを実現できる。

【0066】次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。図 6 は、本発明の第 2 実施形態による上り送信速度制御方法が適用された ATM-PON 方式通信システムに用いられる OLT の構成を示す機能ブロック図である。なお、ATM 網に接続する PON システムの全体構成は上述の図 2 に示した第 1 実施形態の場合と同様であるため、ここでは説明を省略する。

【0067】図 6 において、第 2 実施形態の OLT 20 の構成が第 1 実施形態の場合と異なる部分は、速度測定部 23 b に代えてリソース管理セル生成手段としての RM セル生成部 23 e を備えた上り速度制御部 23' を設けた部分である。OLT 20 内の上り速度制御部 23' 以外の構成、および、上り速度制御部 23' 内の RM セル生成部 23 e 以外の構成については、第 1 実施形態の場合と同様である。

【0068】RM セル生成部 23 e は、各 ONU 4 から光スプリッタ 3 を介して OLT 20 に送られ、受光部 21 および PON レイヤ 終端部 22 を通って上り速度制御部 23' に入力された各通信チャンネルのうちの、UBR および GFR チャンネルの上りデータセルに対して、F-RM セルを挿入する機能を有する。この F-RM セルは、送信端末 5 において ABR チャンネルの上りデータセルに挿入される F-RM セルと同様のものであって、CI、NI および ER が上り速度制御部 23' の各部から伝えられる情報に基づいてそれぞれ設定されている。なお、F-RM セルの各値の設定については後述する。

【0069】このように上り速度制御部 23' 内に RM セル生成部 23 e を設け、GFR および UBR チャンネル

に対して F-RM セルを挿入するのは、GFR および UBR チャンネルについても、ABR チャンネルと同様に ATM 網 1 におけるフロー制御を実現するためである。すなわち、送信端末 5 から送信される GFR および UBR チャンネルの上りデータセルは、通常 RM セルに相当する情報をもたないため、ATM 網 1 に設定されたコネクションの輻輳状態に関する情報を PON 側に伝えること困難である。そこで、GFR および UBR チャンネルの上りデータセルが OLT 20 の PON インターフェース部 20 A を通過する際に、RM セル生成部 23 e によって F-RM セルを挿入してやることで、ATM 網 1 を伝送される GFR および UBR チャンネルの信号が ABR チャンネルと同様に取り扱われるようになり、上述の図 3 または図 4 に示したように ATM 網 1 の輻輳状態に応じて変更された B-RM セルが OLT 20 に戻されるのである。

【0070】次に、第 2 実施形態における上り送信速度制御方法を OLT 20 の動作を中心にして具体的に説明する。本システムの初期状態における動作および各通信チャンネルの送信開始後に OLT 20 のアクティブチャンネル識別部 23 a でアクティブ/非アクティブが識別されるまでの動作については、上述の第 1 実施形態の場合の動作と同様である。

【0071】アクティブチャンネル識別部 23 a においてアクティブチャンネルが識別されると、その結果が送信許可制御部 23 d および RM セル生成部 23 e にそれぞれ伝えられる。RM セル生成部 23 e では、アクティブチャンネルが GFR または UBR チャンネルであるときにのみ、送信許可制御部 23 d から伝えられる送信速度要求を ER に設定し、CI および NI をそれぞれ 0 に設定した F-RM セルを生成して、上りデータセルに挿入する。ただし、GFR または UBR チャンネルの送信開始直後における ER 値については、RM セル生成部 23 e に予め定めた初期値が設定されるものとする。なお、送信許可制御部 23 d からの送信速度要求については後述する。

【0072】上り速度制御部 23' を通過した各通信チャンネルの上りデータセル (F-RM セルを含む) は、ATM インターフェース部 20 B を介して ATM 網 1 に送られて着信端末まで伝送され、さらに、上りデータセルの着信に 응답した下りのデータセル (B-RM セルを含む) が着信端末で生成されて、送信端末に向けて返信される。このような双方向のセル伝送の間に、ABR、GFR および UBR の各通信チャンネルに対して、ATM 網 1 の輻輳状態に応じた RM セルの変更が実施される。

【0073】そして、OLT 20 まで戻ってきた各通信チャンネルの下りデータセルは、ATM インターフェース部 20 B を介して PON インターフェース部 20 A の上り速度制御部 23' に送られ、B-RM セル検出部 23 c において B-RM セルが抽出されて送信許可制御部 23 d に伝達される。

【0074】送信許可制御部23dでは、B-RMセル検出部23cからのB-RMセルに含まれる情報およびアクティブチャンネル識別部23aからの情報を基に、ABR、GFRおよびUBRの各アクティブチャンネルに関するATM網1の輻輳状態を判断することによって、PON上の各通信チャンネルに対する帯域（送信速度）の割り当てが最適化される。

【0075】ABRチャンネルに対する帯域の割り当ては、上述した第1実施形態の場合と同様に行われる。一方、GFRおよびUBRチャンネルに対する帯域の割り当ては、第1実施形態の場合と異なりB-RMセルの情報に従って設定される。すなわち、GFRおよびUBRチャンネルに対しても、基本的にABRチャンネルと同様にして帯域の割り当てが行われる。ただし、これを実現するためには、GFRおよびUBRチャンネルについても、初期セル・レート（ICR）、レート増加率（RIF）およびレート減少率（RDF）等の設定契約をABRチャンネルと同様に予め行っておく必要がある。

【0076】また、送信許可制御部23dでは、RMセル生成部23eに送る前述の送信速度要求も計算される。具体的には、GFRおよびUBRチャンネルに対して、ABRチャンネルと同様の手順で割り当てた上り送信速度を示すACRに、PCRにRIFを掛けた値を加えた速度（ $ACR + PCR \times RIF$ ）を送信速度要求として算出し、RMセル生成部23eに送る。このとき各アクティブチャンネルの合計速度がPON上の最大送信速度を超える場合には、アクティブABRチャンネルに対して優先的に上り送信速度を割り当てた後に、アクティブUBRチャンネルおよびアクティブGFRチャンネルに割り当てる送信速度として計算したACRを減らして、各通信チャンネルの合計送信速度がPON上の最大送信速度を超えないように設定する。

【0077】さらに、アクティブチャンネル識別部23aでは、アクティブと識別した通信チャンネルが非アクティブに転じたか否かが監視される。具体的には、ABR、GFRおよびUBRチャンネルのそれぞれに対して、最後のセルを受信してからADTF時間が経過する間にデータセルの受信がなかったときに、該チャンネルが非アクティブと識別され、このとき送信許可制御部23dでは、非アクティブになった通信チャンネルに対してICRを割り当てる。

【0078】このように第2実施形態によれば、GFRおよびUBRチャンネルについてもRMセルを付与してABRチャンネルと同様の取り扱いが行われるようにしたことで、ベストエフォート型のすべての通信チャンネルについて、ATM網1の輻輳状態に応じたデータセルの送信を行うことができる。これにより、ATM網1における輻輳の発生によるデータセルの廃棄等を防ぐことができ、不要なデータセルをATM網1に送信してしまうようなことがなくなる。

【0079】次に、本発明の第3実施形態について説明する。第3実施形態は、上述の第1または第2実施形態で用いられる各ONU4に改良を加えることによって、OLT20への上りデータセルの送信が通信チャンネルの優先度に応じて効率的に行われるようにしたものである。

【0080】図7は、第3実施形態で用いるONU4の上り送信側の構成を示すブロック図である。図7において、ONU4の上り送信側は、チャンネル振分部41、ABRチャンネル用バッファ42a、GFR/UBRチャンネル用バッファ42b、バッファ選択部43およびPONレイヤ終端部44を有する。チャンネル振分部41には、ユーザ端末5から送られてくるデータセルが入力され、その入力データセルのサービス・カテゴリが識別される。ABRチャンネルと識別された場合、当該データセルはABRチャンネル用バッファ42aに書き込まれ、GFRまたはUBRチャンネルと識別された場合には、当該データセルはGFR/UBRチャンネル用バッファ42bに書き込まれる。バッファ選択部43は、OLT20から送られてくるPLOAMセルに含まれる送信許可情報に従って、ABRチャンネル用バッファ42aおよびGFR/UBRチャンネル用バッファ42bの一方を選択して、バッファに書き込まれたデータセルをPONレイヤ終端部44に出力する。PONレイヤ終端部44は、バッファ選択部43からのデータセルを上りフレームに挿入しOLT20に向けて送信する。

【0081】かかる構成では、ONU4に接続された1台または複数台のユーザ端末5から送られてくる、ABR、GFRおよびUBRチャンネルの各データセルが、チャンネル振分部41に入力されて、ABRチャンネルとGFRまたはUBRチャンネルとに振り分けられ、それぞれ独立のバッファ42a、42bに書き込まれる。このとき、バッファ選択部43は、各バッファ42a、42bに書き込まれたデータセルの有無を検出している。

【0082】そして、OLT20から送られてくるPLOAMセルに自分宛ての送信許可情報が存在したとき、バッファ選択部43は、まず、ABRチャンネル用バッファ42aにデータセルが有るかを確認する。ABRチャンネル用バッファ42aにデータセルが有れば、そのバッファ42aからデータセルを所定のタイミングで優先的に送信する。ABRチャンネル用バッファ42aにデータセルが無ければ、次にGFR/UBRチャンネル用バッファ42bにデータセルが有るかを確認する。GFR/UBRチャンネル用バッファ42bにデータセルが有れば、そのバッファ42bからデータセルを所定のタイミングで送信する。一方、送信許可情報を受けた時に、ABRチャンネル用バッファ42aおよびGFR/UBRチャンネル用バッファ42bのいずれにもデータセルが無ければ、アイドルセルを所定のタイミングで送信する。

【0083】バッファ選択部43から所定のタイミング

で送信されたデータセルは、PONレイヤ終端部44で上りフレームに挿入されてPON上に送出され、光スプリッタ3を介してOLT20に伝送される。

【0084】このように第3実施形態によれば、異なるサービス・カテゴリの通信チャンネルが送られてくるようなONU4に対して、システム上における各通信チャンネルの優先順位ごとに異なる複数のバッファ42a、42bを装備してユーザ端末5から送られてくるデータセルを一時的に蓄積し、上り送信許可が与えられるとABRチャンネルのデータセルを優先的に送信するようにしたことで、OLT20への上りデータセルの送信を各通信チャンネルの優先度に応じて効率的に行うことができる。

【0085】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のATM-PONにおける上り送信速度制御方法および通信システムによれば、局側装置において、PON上における各通信チャンネルの実際の使用状況を識別するとともに、リソース管理セルの抽出によってATM網の輻輳状態を認識して、各通信チャンネルに対するPON上の上り送信速度を割り当てるようにしたことで、ネットワークの実際の通信状態に応じて、PON上の帯域を有効に利用することができ、ベストエフォート型の通信チャンネルを効率良く柔軟に收容することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に用いるOLTの構成を示すブロック図である。

【図2】同上第1実施形態のPONシステムの構成を示すブロック図である。

【図3】同上第1実施形態について、ABRチャンネルに対するERマーキング方式のフロー制御を説明する概念図である。

【図4】同上第1実施形態について、ABRチャンネルに対するEF CIマーキング方式のフロー制御を説明する概念図である。

【図5】同上第1実施形態に関し、送信速度の望ましい切り替えタイミングの一例を示す図である。

【図6】本発明の第2実施形態に用いるOLTの構成を示すブロック図である。

【図7】本発明の第3実施形態に用いるONUの構成を示すブロック図である。

【図8】一般的なPONシステムの構成を示すブロック図である。

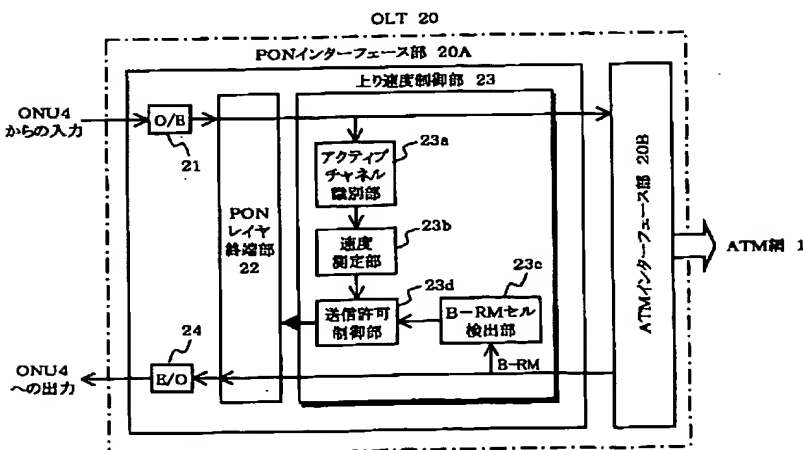
【図9】PON上で伝送されるフレームのフォーマットを示す図である。

【図10】ABRチャンネルの送信速度の変動例を示す図である。

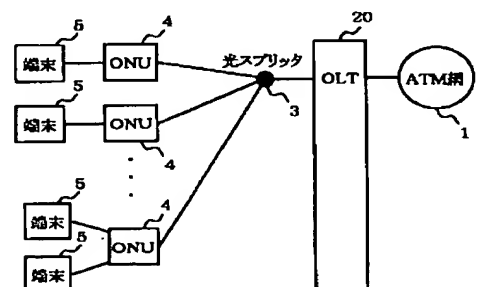
【符号の説明】

- 1…ATM網
- 2, 20…局側装置(OLT)
- 3…光スプリッタ
- 4…加入者側装置(ONU)
- 5…ユーザ端末
- 20A…PONインターフェース部
- 20B…ATMインターフェース部
- 21…受光部(O/E)
- 22, 44…PONレイヤ終端部
- 23, 23'…上り速度制御部
- 23a…アクティブチャンネル識別部
- 23b…速度測定部
- 23c…B-RMセル検出部
- 23d…送信許可制御部
- 23e…RMセル生成部
- 24…発光部(E/O)
- 41…チャンネル振分部
- 42a…ABRチャンネル用バッファ
- 42b…GFR/UBRチャンネル用バッファ
- 43…バッファ選択部

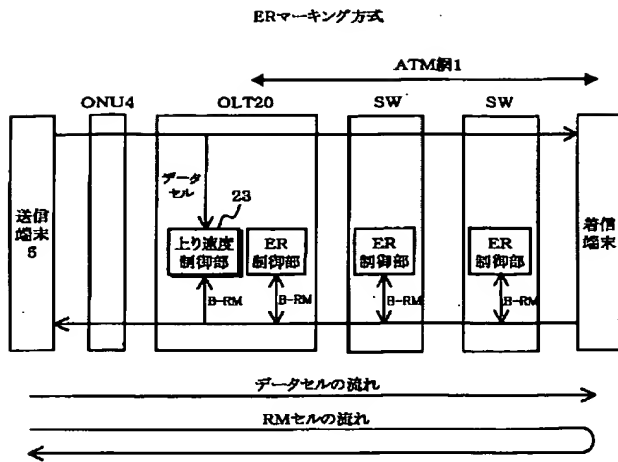
【図1】



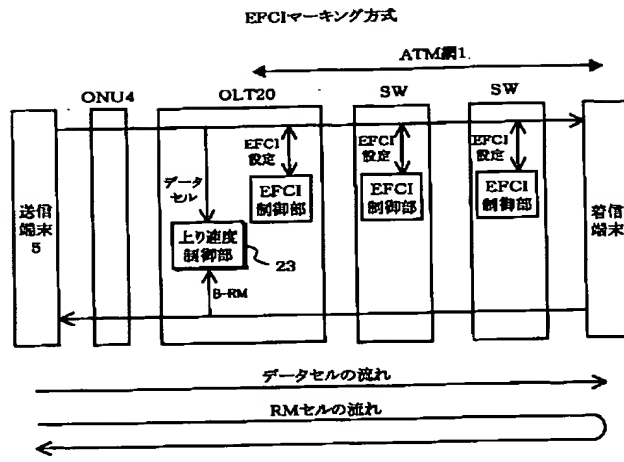
【図2】



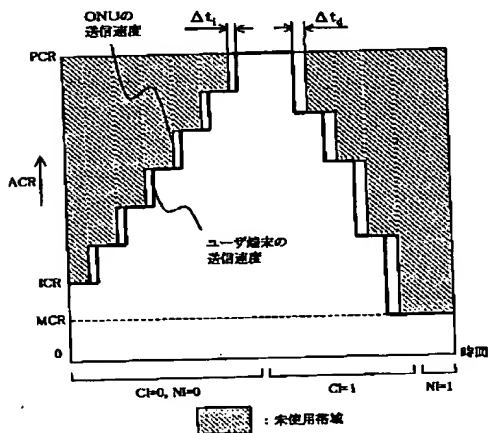
【図 3】



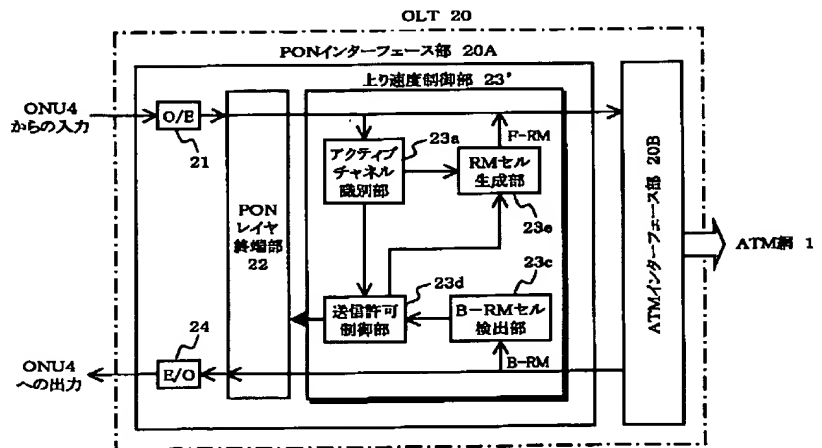
【図 4】



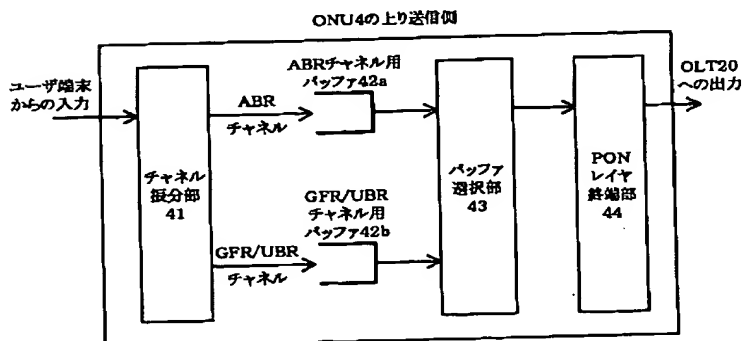
【図 5】



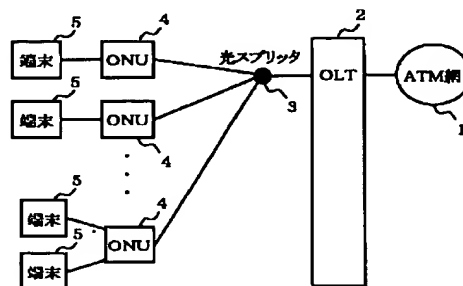
【図 6】



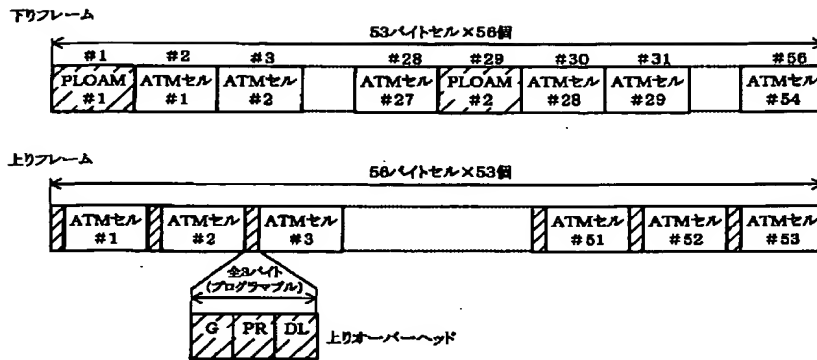
【図 7】



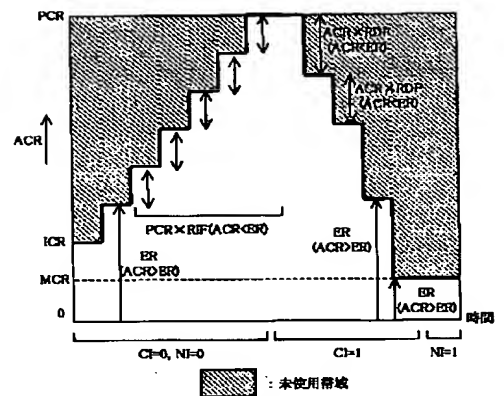
【図 8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 信安 康助
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 松永 好令
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

Fターム(参考) 5K002 AA05 BA04 DA05 DA12 FA01
5K030 HA10 HB11 HC14 JA02 JL08
LC01 LC09
5K033 CB06 DA15 DB02